

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/005407

International filing date: 24 March 2005 (24.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-101537  
Filing date: 30 March 2004 (30.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 12 May 2005 (12.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 4 年 3 月 3 0 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 1 0 1 5 3 7

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号  
J P 2 0 0 4 - 1 0 1 5 3 7  
The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

出 願 人  
Applicant(s): シチズン時計株式会社

2 0 0 5 年 4 月 2 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】	特許願
【整理番号】	CZ03-098
【提出日】	平成16年 3月30日
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	G01N 27/16
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都西東京市田無町六丁目1番12号 シチズン時計株式会社 内
【氏名】	高橋 郁生
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都西東京市田無町六丁目1番12号 シチズン時計株式会社 内
【氏名】	佐藤 惇司
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都西東京市田無町六丁目1番12号 シチズン時計株式会社 内
【氏名】	平居 芳郎
【特許出願人】	
【識別番号】	000001960
【氏名又は名称】	シチズン時計株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100104190
【弁理士】	
【氏名又は名称】	酒井 昭徳
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	041759
【納付金額】	21,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1
【包括委任状番号】	0215023

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

接触燃焼式ガスセンサに用いられるヒータコイルであって、

ガスの燃焼時に発生する燃焼熱により電気的な特性値が変化するビード部と、該ビード部の両端から伸びるリード部とを有し、2以上の整数 $n$ に対して、前記ビード部が、コイル状に巻かれた $(n-1)$ 重巻回コイルよりなる素線をさらにコイル状に巻いた $n$ 重巻回コイルにより構成されていることを特徴とするガスセンサ用ヒータコイル。

【請求項 2】

前記リード部が、 $(n-1)$ 重巻回コイルにより構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のガスセンサ用ヒータコイル。

【請求項 3】

出発材料となる非コイル状の原線の線径は、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のガスセンサ用ヒータコイル。

【請求項 4】

出発材料となる非コイル状の原線の線径は、 $10\ \mu\text{m}$ 以上 $50\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のガスセンサ用ヒータコイル。

【請求項 5】

出発材料となる非コイル状の原線の線径は、 $20\ \mu\text{m}$ 以上 $30\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のガスセンサ用ヒータコイル。

【請求項 6】

1以上 $n$ 以下の整数 $m$ に対して、 $m$ 重巻回コイルの巻き径は、 $m$ 重巻回コイルを作製する際にコイル状に巻くために用いられる芯金の径の0.5倍以上20倍以下であることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか一つに記載のガスセンサ用ヒータコイル。

【請求項 7】

1以上 $n$ 以下の整数 $m$ に対して、 $m$ 重巻回コイルの巻き径は、 $m$ 重巻回コイルを作製する際にコイル状に巻くために用いられる芯金の径の1倍以上10倍以下であることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか一つに記載のガスセンサ用ヒータコイル。

【請求項 8】

前記 $n$ 重巻回コイルの巻き数は、1以上30以下であることを特徴とする請求項 1～7 のいずれか一つに記載のガスセンサ用ヒータコイル。

【請求項 9】

1以上の整数 $k$ に対して、前記 $n$ 重巻回コイルにおける $k$ 巻き目の巻線部と $(k+1)$ 巻き目の巻線部との間の隙間の長さは、前記 $(n-1)$ 重巻回コイルよりなる素線の直径の0.5倍以上10倍以下であることを特徴とする請求項 1～8 のいずれか一つに記載のガスセンサ用ヒータコイル。

【請求項 10】

白金の線材でできていることを特徴とする請求項 1～9 のいずれか一つに記載のガスセンサ用ヒータコイル。

【請求項 11】

白金をベースとする合金の線材でできていることを特徴とする請求項 1～9 のいずれか一つに記載のガスセンサ用ヒータコイル。

【請求項 12】

接触燃焼式ガスセンサに用いられるヒータコイルであって、

ガスの燃焼時に発生する燃焼熱により電気的な特性値が変化するビード部と、該ビード部の両端から伸びるリード部とを有し、前記リード部がコイル状に巻かれていることを特徴とするガスセンサ用ヒータコイル。

【請求項 13】

接触燃焼式ガスセンサに用いられる検知素子であって、

ガスの燃焼時に発生する燃焼熱により電気的な特性値が変化するビード部、および該ビード部の両端から伸びるリード部を有するヒータコイルと、

前記ビード部を被う熱伝導層と、

前記熱伝導層の表面に付着された触媒層と、を備え、

2以上の整数 $n$ に対して、前記ビード部が、コイル状に巻かれた $(n-1)$ 重巻回コイルよりなる素線をさらにコイル状に巻いた $n$ 重巻回コイルにより構成されていることを特徴とするガスセンサ用検知素子。

【請求項14】

前記ヒータコイルのリード部が、 $(n-1)$ 重巻回コイルにより構成されていることを特徴とする請求項13に記載のガスセンサ用検知素子。

【請求項15】

前記ヒータコイルの出発材料となる非コイル状の原線の線径は、 $1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項13または14に記載のガスセンサ用検知素子。

【請求項16】

前記ヒータコイルの出発材料となる非コイル状の原線の線径は、 $10\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項13または14に記載のガスセンサ用検知素子。

【請求項17】

前記ヒータコイルの出発材料となる非コイル状の原線の線径は、 $20\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項13または14に記載のガスセンサ用検知素子。

【請求項18】

1以上 $n$ 以下の整数 $m$ に対して、前記ヒータコイルの $m$ 重巻回コイルの巻き径は、 $m$ 重巻回コイルを作製する際にコイル状に巻くために用いられる芯金の径の0.5倍以上20倍以下であることを特徴とする請求項13～17のいずれか一つに記載のガスセンサ用検知素子。

【請求項19】

1以上 $n$ 以下の整数 $m$ に対して、前記ヒータコイルの $m$ 重巻回コイルの巻き径は、 $m$ 重巻回コイルを作製する際にコイル状に巻くために用いられる芯金の径の1倍以上10倍以下であることを特徴とする請求項13～17のいずれか一つに記載のガスセンサ用検知素子。

【請求項20】

前記ヒータコイルの $n$ 重巻回コイルの巻き数は、1以上30以下であることを特徴とする請求項13～19のいずれか一つに記載のガスセンサ用検知素子。

【請求項21】

1以上の整数 $k$ に対して、前記ヒータコイルの $n$ 重巻回コイルにおける $k$ 巻き目の巻線部と $(k+1)$ 巻き目の巻線部との間の隙間の長さは、前記 $(n-1)$ 重巻回コイルよりなる素線の直径の0.5倍以上10倍以下であることを特徴とする請求項13～20のいずれか一つに記載のガスセンサ用検知素子。

【請求項22】

前記ヒータコイルは、白金の線材でできていることを特徴とする請求項13～21のいずれか一つに記載のガスセンサ用検知素子。

【請求項23】

前記ヒータコイルは、白金をベースとする合金の線材でできていることを特徴とする請求項13～21のいずれか一つに記載のガスセンサ用検知素子。

【請求項24】

接触燃焼式ガスセンサに用いられる検知素子であって、  
ガスの燃焼時に発生する燃焼熱により電気的な特性値が変化するビード部、および該ビード部の両端から伸びるリード部を有するヒータコイルと、  
前記ビード部を被う熱伝導層と、  
前記熱伝導層の表面に付着された触媒層と、を備え、  
前記ヒータコイルのリード部がコイル状に巻かれていることを特徴とするガスセンサ用検知素子。

【請求項25】

ガスの燃焼時に発生する燃焼熱により電気的な特性値が変化するビード部、および該ビード部の両端から伸びるリード部を有するヒータコイルと、前記ビード部を被う熱伝導層と、前記熱伝導層の表面に付着された触媒層と、を備え、2以上の整数 $n$ に対して、前記ビード部が、コイル状に巻かれた $(n-1)$ 重巻回コイルよりなる素線をさらにコイル状に巻いた $n$ 重巻回コイルにより構成された検知素子と、

前記検知素子に直列に接続された、前記ヒータコイルと同一構成のヒータコイルを備えた補償素子と、

第1の抵抗素子と、

前記第1の抵抗素子に直列に接続された第2の抵抗素子と、

前記検知素子と前記補償素子との直列接続体、および前記第1の抵抗素子と前記第2の抵抗素子との直列接続体のそれぞれの両端に直流電圧を印加する電源と、を備え、

前記検知素子、前記補償素子、前記第1の抵抗素子および前記第2の抵抗素子は、ホイートストンブリッジ回路を構成し、該ホイートストンブリッジ回路から、前記検知素子と前記補償素子との接続ノードと、前記第1の抵抗素子と前記第2の抵抗素子との接続ノードとの間の電圧が出力されることを特徴とする接触燃焼式ガスセンサ。

【請求項26】

前記ヒータコイルのリード部が、 $(n-1)$ 重巻回コイルにより構成されていることを特徴とする請求項25に記載の接触燃焼式ガスセンサ。

【請求項27】

前記ヒータコイルの出発材料となる非コイル状の原線の線径は、 $1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項25または26に記載の接触燃焼式ガスセンサ。

【請求項28】

前記ヒータコイルの出発材料となる非コイル状の原線の線径は、 $10\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項25または26に記載の接触燃焼式ガスセンサ。

【請求項29】

前記ヒータコイルの出発材料となる非コイル状の原線の線径は、 $20\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項25または26に記載の接触燃焼式ガスセンサ。

【請求項30】

1以上 $n$ 以下の整数 $m$ に対して、前記ヒータコイルの $m$ 重巻回コイルの巻き径は、 $m$ 重巻回コイルを作製する際にコイル状に巻くために用いられる芯金の径の0.5倍以上20倍以下であることを特徴とする請求項25～29のいずれか一つに記載の接触燃焼式ガスセンサ。

【請求項31】

1以上 $n$ 以下の整数 $m$ に対して、前記ヒータコイルの $m$ 重巻回コイルの巻き径は、 $m$ 重巻回コイルを作製する際にコイル状に巻くために用いられる芯金の径の1倍以上10倍以下であることを特徴とする請求項25～29のいずれか一つに記載の接触燃焼式ガスセンサ。

【請求項32】

前記ヒータコイルの $n$ 重巻回コイルの巻き数は、1以上30以下であることを特徴とする請求項25～31のいずれか一つに記載の接触燃焼式ガスセンサ。

【請求項33】

1以上の整数 $k$ に対して、前記ヒータコイルの $n$ 重巻回コイルにおける $k$ 巻き目の巻線部と $(k+1)$ 巻き目の巻線部との間の隙間の長さは、前記 $(n-1)$ 重巻回コイルよりなる素線の直径の0.5倍以上10倍以下であることを特徴とする請求項25～32のいずれか一つに記載の接触燃焼式ガスセンサ。

【請求項34】

前記ヒータコイルは、白金の線材でできていることを特徴とする請求項25～33のいずれか一つに記載の接触燃焼式ガスセンサ。

【請求項35】

前記ヒータコイルは、白金をベースとする合金の線材でできていることを特徴とする請

求項 2 5 ～ 3 2 のいずれか一つに記載の接触燃焼式ガスセンサ。

【請求項 3 6】

ガスの燃焼時に発生する燃焼熱により電気的な特性値が変化するビード部、および該ビード部の両端から伸びるリード部を有するヒータコイルと、前記ビード部を被う熱伝導層と、前記熱伝導層の表面に付着された触媒層と、を備え、前記リード部がコイル状に巻かれた検知素子と、

前記検知素子に直列に接続された、前記ヒータコイルと同一構成のヒータコイルを備えた補償素子と、

第 1 の抵抗素子と、

前記第 1 の抵抗素子に直列に接続された第 2 の抵抗素子と、

前記検知素子と前記補償素子との直列接続体、および前記第 1 の抵抗素子と前記第 2 の抵抗素子との直列接続体のそれぞれの両端に直流電圧を印加する電源と、を備え、

前記検知素子、前記補償素子、前記第 1 の抵抗素子および前記第 2 の抵抗素子は、ホイートストンブリッジ回路を構成し、該ホイートストンブリッジ回路から、前記検知素子と前記補償素子との接続ノードと、前記第 1 の抵抗素子と前記第 2 の抵抗素子との接続ノードとの間の電圧が出力されることを特徴とする接触燃焼式ガスセンサ。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ガスセンサ用ヒータコイル、ガスセンサ用検知素子および接触燃焼式ガスセンサ

【技術分野】

【0001】

この発明は、ガスセンサ用ヒータコイル、ガスセンサ用検知素子および接触燃焼式ガスセンサに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、水素ガスやメタンガス等の可燃性ガスを検知するセンサとして、接触燃焼式ガスセンサが公知である。接触燃焼式ガスセンサは、ヒータコイルを被う熱伝導層に触媒層を担持させた検知素子を所定の温度に加熱しておき、可燃性ガスを触媒層に接触させて燃焼させ、その燃焼熱による温度変化に基づくヒータコイルの抵抗変化を電圧変化として出力することにより、可燃性ガスの存在を検知するものである。

【0003】

図5は、従来の検知素子の構成を示す断面図であり、図6は、従来のヒータコイルの構成を示す正面図である。図5に示すように、従来の検知素子1は、熱伝導層11中にヒータコイル12が埋め込まれており、熱伝導層11の表面に触媒層13が付着された構成となっている。図6に示すように、従来のヒータコイル12では、熱伝導層11中に埋め込まれる部分（以下、ビード部とする）は、線材をコイル状に巻いた一重巻回コイルとなっている（例えば、特許文献1参照。）。ビード部14の両端から伸びるリード部15は、コイル状になっていない。なお、本明細書では、検知素子において、ヒータコイルのビード部を熱伝導層および触媒層が被う部分を、燃焼部と呼ぶことにする。

【0004】

また、接触燃焼式ガスセンサでは、上述した構成の検知素子と、この検知素子と同様の構成で、かつ触媒の代わりに不活性な酸化物を担持させた補償素子と、2個の抵抗素子とにより、ホイートストンブリッジ回路が構成されている。そして、燃焼熱によりヒータコイルの抵抗が変化すると、その抵抗変化は、ホイートストンブリッジ回路から電圧変化として出力される（例えば、特許文献2参照。）。

【0005】

【特許文献1】 特開平3-162658号公報（第1図）

【特許文献2】 特公平2-59949号公報（第1図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

接触燃焼式ガスセンサでは、同じガス濃度であれば、ホイートストンブリッジ回路から出力される電圧の変化量は大きい方が好ましい。この出力電圧の変化量が大きいということは、ガス感度が高いということである。ヒータコイルのビード部のコイル巻き数を増やせば、ヒータコイルの、燃焼熱による抵抗変化に寄与する部分の長さ（以下、有効長とする）が長くなり、ヒータコイルの抵抗が大きくなるので、ガス感度が高くなる。

【0007】

また、接触燃焼式ガスセンサでは、同じガス濃度であれば、ホイートストンブリッジ回路から出力される電圧ができるだけ短時間で安定する方が好ましい。出力電圧の安定に要する時間が短いということは、応答速度が速いということである。応答速度を速くするには、燃焼部内にヒータコイルの線材をきるだけ長く埋め込み、ヒータコイルが燃焼熱を効率よく受けて、ヒータコイルの抵抗変化が効率よく起こるようにすればよい。

【0008】

しかし、いずれの場合も、ヒータコイルのビード部が大きくなり、それに伴ってビード部を被う熱伝導層の量や触媒層の量も増えるので、燃焼部が重くなってしまう。検知素子は、ヒータコイルの両端のリード部を外部接続用の電極ピンで支持することにより、セン



サ内に取り付けられているので、燃焼部が重くなると、リード部で検知素子を支えきれなくなり、リード部の破断などの故障が起こりやすくなる。

#### 【０００９】

従って、従来の接触燃焼式ガスセンサでは、ヒータコイルのリード部での検知素子の支持能力を犠牲にすることなく、ガス感度の向上および応答速度の高速化を図ることは極めて困難である。また、従来の接触燃焼式ガスセンサでは、ヒータコイルのリード部に衝撃吸収能力がないため、外部から衝撃が加わると、その衝撃が殆ど緩和されずに燃焼部に集中してしまう。そのため、触媒層の欠落などが発生しやすいという不具合があり、調整済みのゼロ点が大きく変動してしまうという欠点がある。

#### 【００１０】

この発明は、上述した従来技術による問題点を解消するため、ヒータコイルのリード部での検知素子の支持能力を犠牲にすることなく、ガス感度の向上を図ることができるガスセンサ用ヒータコイル、ガスセンサ用検知素子および接触燃焼式ガスセンサを提供すること、またはヒータコイルのリード部での検知素子の支持能力を犠牲にすることなく、応答速度の高速化を図ることができるガスセンサ用ヒータコイル、ガスセンサ用検知素子および接触燃焼式ガスセンサを提供することを目的とする。また、この発明は、衝撃が加わった場合のゼロ点の変動量が小さくすることができるガスセンサ用ヒータコイル、ガスセンサ用検知素子および接触燃焼式ガスセンサを提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【００１１】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、請求項１の発明にかかるガスセンサ用ヒータコイルは、接触燃焼式ガスセンサに用いられるヒータコイルであって、ガスの燃焼時に発生する燃焼熱により電気的な特性値が変化するビード部と、該ビード部の両端から伸びるリード部とを有し、２以上の整数 $n$ に対して、前記ビード部が、コイル状に巻かれた $(n-1)$ 重巻回コイルよりなる素線をさらにコイル状に巻いた $n$ 重巻回コイルにより構成されていることを特徴とする。

#### 【００１２】

請求項１の発明によれば、このヒータコイルを用いて検知素子を作製することによって、検知素子の燃焼部の大きさが従来とほぼ同じであっても、燃焼部内に埋め込まれるビード部の有効長が、ビード部を従来の一重巻回コイルで構成した場合よりも長くなる。従って、ヒータコイルの抵抗が大きくなるので、このヒータコイルを用いた接触燃焼式ガスセンサでは、ガス感度が高くなる。また、ヒータコイルがより多くの燃焼熱を受けて、効率よく抵抗変化を起こすので、このヒータコイルを用いた接触燃焼式ガスセンサでは、応答速度が速くなる。さらに、燃焼部の大きさは従来とほぼ同じでよいので、燃焼部の重さも従来とほぼ同じになる。従って、このヒータコイルを用いることによって、リード部での検知素子の支持能力を犠牲にすることなく、接触燃焼式ガスセンサのガス感度の向上や応答速度の高速化を図ることができる。

#### 【００１３】

請求項２の発明にかかるガスセンサ用ヒータコイルは、請求項１に記載の発明において、前記リード部が、 $(n-1)$ 重巻回コイルにより構成されていることを特徴とする。

#### 【００１４】

請求項２の発明によれば、リード部がコイルばねと同様の構成になっているので、このヒータコイルを用いた接触燃焼式ガスセンサでは、外部から加わった衝撃がリード部のばね弾性により吸収される。従って、燃焼部に伝わる衝撃が小さくなるので、触媒層の欠落などが発生しにくくなり、接触燃焼式ガスセンサのゼロ点が衝撃により大きく変動するのを抑えることができる。

#### 【００１５】

請求項３の発明にかかるガスセンサ用ヒータコイルは、請求項１または２に記載の発明において、出発材料となる非コイル状の原線の線径は、 $1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

#### 【0016】

請求項3の発明によれば、原線の線径が $1\mu\text{m}$ 以上であるので、リード部が多重巻回コイルよりなるヒータコイルの作製が容易である。また、原線の線径が $100\mu\text{m}$ 以下であるので、このヒータコイルを用いることによって、接触燃焼式ガスセンサに用いるのに適した大きさの検知素子が得られる。

#### 【0017】

請求項4の発明にかかるガスセンサ用ヒータコイルは、請求項1または2に記載の発明において、出発材料となる非コイル状の原線の線径は、 $10\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

#### 【0018】

請求項4の発明によれば、このヒータコイルを用いることによって、接触燃焼式ガスセンサの制御回路を駆動する電源回路として、適当な電圧—電流値を有する電源回路を用いることができる。適当な電源回路を用いることは、接触燃焼式ガスセンサを動作させる際に、触媒層を適切な動作温度にすることができるので、重要である。

#### 【0019】

請求項5の発明にかかるガスセンサ用ヒータコイルは、請求項1または2に記載の発明において、出発材料となる非コイル状の原線の線径は、 $20\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

#### 【0020】

請求項5の発明によれば、このヒータコイルを用いることによって、燃焼部の重量が $1\text{mg}$ 程度の検知素子が得られるので、ヒータコイルのリード部で検知素子を十分に支えることができる。また、このヒータコイルを用いた接触燃焼式ガスセンサでは、耐衝撃強度も向上する。さらに、このヒータコイルを用いることによって、検知素子の燃焼部内にヒータコイルのリード部がより高密度に埋め込まれるので、ヒータコイルがより多くの燃焼熱を受けることができる。それによって、ヒータコイルの抵抗変化がより一層、効率よく起こる。従って、このヒータコイルを用いた接触燃焼式ガスセンサでは、応答速度がさらに速くなる。また、ヒータコイルの抵抗がより一層、大きくなるので、電源電圧をより高くすることができる。従って、このヒータコイルを用いた接触燃焼式ガスセンサでは、ガス感度がさらに高くなる。

#### 【0021】

また、原線の線径が $20\mu\text{m}$ よりも小さくなると、ヒータコイルを作製する際の歩留まりが低下するが、原線の線径が $20\mu\text{m}$ 以上であるので、ヒータコイルを容易に作製することができる。つまり、歩留まりを低下させることなく、ヒータコイルを作製することができ、またそのヒータコイルを用いることにより、接触燃焼式ガスセンサのガス感度および応答特性をさらに改善することができる。以上より、接触燃焼式ガスセンサのガス感度および応答特性と、ヒータコイルの作製の容易さとの兼ね合いを考慮すると、原線の線径は、 $20\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であるのが最適である。

#### 【0022】

請求項6の発明にかかるガスセンサ用ヒータコイルは、請求項1～5のいずれか一つに記載の発明において、 $1$ 以上 $n$ 以下の整数 $m$ に対して、 $m$ 重巻回コイルの巻き径は、 $m$ 重巻回コイルを作製する際にコイル状に巻くために用いられる芯金の径の $0.5$ 倍以上 $20$ 倍以下であることを特徴とする。

#### 【0023】

請求項6の発明によれば、このヒータコイルを用いることによって、検知素子の燃焼部が重くならないので、ヒータコイルのリード部で検知素子を十分に支えることができる。それに対して、 $m$ 重巻回コイルの巻き径が芯金の径の $20$ 倍を超えるヒータコイルを用いた場合には、リード部のコイルの内側空間に充填される熱伝導層の量が増え、燃焼部が重くなるため、リード部による検知素子の支持性能が低下し、接触燃焼式ガスセンサの耐衝撃性能が実用上許容される範囲よりも低下することがあるという不都合が生じる。

#### 【0024】

請求項 7 の発明にかかるガスセンサ用ヒータコイルは、請求項 1 ～ 5 のいずれか一つに記載の発明において、1 以上  $n$  以下の整数  $m$  に対して、 $m$  重巻回コイルの巻き径は、 $m$  重巻回コイルを作製する際にコイル状に巻くために用いられる芯金の径の 1 倍以上 10 倍以下であることを特徴とする。

【0025】

請求項 7 の発明によれば、巻線加工後の  $m$  重巻回コイルの形状安定性がよいので、ヒータコイルが歩留まりよく得られる。また、リード部による検知素子の支持性能が安定して得られる。なお、 $m$  重巻回コイルの巻き径が芯金の径の 20 倍以下であっても、10 倍を超えると、巻線加工後の  $m$  重巻回コイルの形状安定性は、多少、低くなる。

【0026】

請求項 8 の発明にかかるガスセンサ用ヒータコイルは、請求項 1 ～ 7 のいずれか一つに記載の発明において、前記  $n$  重巻回コイルの巻き数は、1 以上 30 以下であることを特徴とする。

【0027】

請求項 8 の発明によれば、このヒータコイルを用いることによって、検知素子の燃焼部が重くならないので、ヒータコイルのリード部で検知素子を十分に支えることができる。 $n$  重巻回コイルの巻き数が 30 を超えるヒータコイルを用いた場合には、燃焼部が重くなり、ヒータコイルのリード部で検知素子を安定して支えることができない。

【0028】

請求項 9 の発明にかかるガスセンサ用ヒータコイルは、請求項 1 ～ 8 のいずれか一つに記載の発明において、1 以上の整数  $k$  に対して、前記  $n$  重巻回コイルにおける  $k$  巻き目の巻線部と  $(k + 1)$  巻き目の巻線部との間の隙間の長さは、前記  $(n - 1)$  重巻回コイルよりなる素線の直径の 0.5 倍以上 10 倍以下であることを特徴とする。

【0029】

請求項 9 の発明によれば、このヒータコイルを用いた接触燃焼式ガスセンサでは、十分に高速な応答特性が得られる。また、このヒータコイルを用いて検知素子を作製する際に、 $n$  重巻回コイルにおける  $k$  巻き目の巻線部と  $(k + 1)$  巻き目の巻線部とが短絡するのを防ぐことができるとともに、リード部のコイルの内側空間に熱伝導層を充填させて触媒層を形成することができる。それに対して、 $k$  巻き目の巻線部と  $(k + 1)$  巻き目の巻線部との間の隙間が素線の直径の 0.5 倍の長さよりも短いヒータコイルでは、隣り合う巻線部同士が接触して短絡してしまうことがある。一方、当該隙間が素線の直径の 10 倍を超える場合には、巻線部間の隙間があきすぎているため、リード部のコイルの内側空間に熱伝導層を十分に充填させることができず、従って触媒層を形成することができない。

【0030】

請求項 10 の発明にかかるガスセンサ用ヒータコイルは、請求項 1 ～ 9 のいずれか一つに記載の発明において、白金の線材でできていることを特徴とする。請求項 11 の発明にかかるガスセンサ用ヒータコイルは、請求項 1 ～ 9 のいずれか一つに記載の発明において、白金をベースとする合金の線材でできていることを特徴とする。

【0031】

請求項 12 の発明にかかるガスセンサ用ヒータコイルは、接触燃焼式ガスセンサに用いられるヒータコイルであって、ガスの燃焼時に発生する燃焼熱により電気的な特性値が変化するリード部と、該リード部の両端から伸びるリード部とを有し、前記リード部がコイル状に巻かれていることを特徴とする。

【0032】

請求項 12 の発明によれば、リード部がコイルばねと同様の構成になっているので、このヒータコイルを用いた接触燃焼式ガスセンサでは、外部から加わった衝撃がリード部のばね弾性により吸収される。従って、検知素子の燃焼部に伝わる衝撃が小さくなるので、触媒層の欠落などが発生しにくくなり、接触燃焼式ガスセンサのゼロ点が衝撃により大きく変動するのを抑えることができる。

【0033】

また、上述した課題を解決し、目的を達成するため、請求項 13 の発明にかかるガスセンサ用検知素子は、接触燃焼式ガスセンサに用いられる検知素子であって、ガスの燃焼時に発生する燃焼熱により電気的な特性値が変化するビード部、および該ビード部の両端から伸びるリード部を有するヒータコイルと、前記ビード部を覆う熱伝導層と、前記熱伝導層の表面に付着された触媒層と、を備え、2 以上の整数  $n$  に対して、前記ビード部が、コイル状に巻かれた  $(n-1)$  重巻回コイルよりなる素線をさらにコイル状に巻いた  $n$  重巻回コイルにより構成されていることを特徴とする。

【0034】

請求項 13 の発明によれば、検知素子の燃焼部の大きさが従来とほぼ同じであっても、燃焼部内に埋め込まれるビード部の有効長が、ビード部を従来の一重巻回コイルで構成した場合よりも長くなる。従って、ヒータコイルの抵抗が大きくなるので、この検知素子を用いた接触燃焼式ガスセンサでは、ガス感度が高くなる。また、ヒータコイルがより多くの燃焼熱を受けて、効率よく抵抗変化を起こすので、この検知素子を用いた接触燃焼式ガスセンサでは、応答速度が速くなる。さらに、燃焼部の大きさは従来とほぼ同じでよいので、燃焼部の重さも従来とほぼ同じになる。従って、リード部での検知素子の支持能力を犠牲にすることなく、接触燃焼式ガスセンサのガス感度の向上や応答速度の高速化を図ることができる。

【0035】

請求項 14 の発明にかかるガスセンサ用検知素子は、請求項 13 に記載の発明において、前記ヒータコイルのリード部が、 $(n-1)$  重巻回コイルにより構成されていることを特徴とする。

【0036】

請求項 14 の発明によれば、ヒータコイルのリード部がコイルばねと同様の構成になっているので、この検知素子を用いた接触燃焼式ガスセンサでは、外部から加わった衝撃がリード部のばね弾性により吸収される。従って、燃焼部に伝わる衝撃が小さくなるので、触媒層の欠落などが発生しにくくなり、接触燃焼式ガスセンサのゼロ点が衝撃により大きく変動するのを抑えることができる。

【0037】

請求項 15 の発明にかかるガスセンサ用検知素子は、請求項 13 または 14 に記載の発明において、前記ヒータコイルの出発材料となる非コイル状の原線の線径は、 $1\ \mu\text{m}$  以上  $100\ \mu\text{m}$  以下であることを特徴とする。

【0038】

請求項 15 の発明によれば、ヒータコイルの原線の線径が  $1\ \mu\text{m}$  以上であるので、ビード部が多重巻回コイルよりなるヒータコイルを容易に作製することができる。従って、検知素子の作製が容易となる。また、ヒータコイルの原線の線径が  $100\ \mu\text{m}$  以下であるので、接触燃焼式ガスセンサに用いるのに適した大きさの検知素子が得られる。

【0039】

請求項 16 の発明にかかるガスセンサ用検知素子は、請求項 13 または 14 に記載の発明において、前記ヒータコイルの出発材料となる非コイル状の原線の線径は、 $10\ \mu\text{m}$  以上  $50\ \mu\text{m}$  以下であることを特徴とする。

【0040】

請求項 16 の発明によれば、この検知素子を用いることによって、接触燃焼式ガスセンサの制御回路を駆動する電源回路として、適当な電圧—電流値を有する電源回路を用いることができる。適当な電源回路を用いることは、接触燃焼式ガスセンサを動作させる際に、触媒層を適切な動作温度にすることができるので、重要である。

【0041】

請求項 17 の発明にかかるガスセンサ用検知素子は、請求項 13 または 14 に記載の発明において、前記ヒータコイルの出発材料となる非コイル状の原線の線径は、 $20\ \mu\text{m}$  以上  $30\ \mu\text{m}$  以下であることを特徴とする。

【0042】

請求項 17 の発明によれば、燃焼部の重量を 1 m g 程度にすることができるので、ヒータコイルのリード部で検知素子を十分に支えることができる。また、この検知素子を用いた接触燃焼式ガスセンサでは、耐衝撃強度も向上する。さらに、燃焼部内にヒータコイルのビード部がより高密度に埋め込まれるので、ヒータコイルがより多くの燃焼熱を受けることができる。それによって、ヒータコイルの抵抗変化がより一層、効率よく起こる。従って、この検知素子を用いた接触燃焼式ガスセンサでは、応答速度がさらに速くなる。また、ヒータコイルの抵抗がより一層、大きくなるので、電源電圧をより高くすることができる。従って、この検知素子を用いた接触燃焼式ガスセンサでは、ガス感度がさらに高くなる。

#### 【0043】

また、ヒータコイルの原線の線径が 20  $\mu$  m よりも小さくなると、ヒータコイルを作製する際の歩留まりが低下するが、ヒータコイルの原線の線径が 20  $\mu$  m 以上であるので、ヒータコイルを容易に作製することができる。従って、歩留まりよく検知素子が得られる。つまり、歩留まりを低下させることなく、検知素子を作製することができ、またその作製した検知素子を用いることにより、接触燃焼式ガスセンサのガス感度および応答特性をさらに改善することができる。以上より、接触燃焼式ガスセンサのガス感度および応答特性と、ヒータコイルの作製の容易さとの兼ね合いを考慮すると、ヒータコイルの原線の線径は、20  $\mu$  m 以上 30  $\mu$  m 以下であるのが最適である。

#### 【0044】

請求項 18 の発明にかかるガスセンサ用検知素子は、請求項 13 ～ 17 のいずれか一つに記載の発明において、1 以上 n 以下の整数 m に対して、前記ヒータコイルの m 重巻回コイルの巻き径は、m 重巻回コイルを作製する際にコイル状に巻くために用いられる芯金の径の 0.5 倍以上 20 倍以下であることを特徴とする。

#### 【0045】

請求項 18 の発明によれば、燃焼部が重くならないので、ヒータコイルのリード部で検知素子を十分に支えることができる。それに対して、m 重巻回コイルの巻き径が芯金の径の 20 倍を超えるヒータコイルを用いた場合には、ビード部のコイルの内側空間に充填される熱伝導層の量が増え、燃焼部が重くなるため、リード部による検知素子の支持性能が低下し、接触燃焼式ガスセンサの耐衝撃性能が実用上許容される範囲よりも低下することがあるという不都合が生じる。

#### 【0046】

請求項 19 の発明にかかるガスセンサ用検知素子は、請求項 13 ～ 17 のいずれか一つに記載の発明において、1 以上 n 以下の整数 m に対して、前記ヒータコイルの m 重巻回コイルの巻き径は、m 重巻回コイルを作製する際にコイル状に巻くために用いられる芯金の径の 1 倍以上 10 倍以下であることを特徴とする。

#### 【0047】

請求項 19 の発明によれば、ヒータコイルを作製する際に、巻線加工後の m 重巻回コイルの形状安定性がよいので、歩留まりよくヒータコイルが得られる。従って、歩留まりよく検知素子が得られる。また、リード部による検知素子の支持性能が安定して得られる。なお、m 重巻回コイルの巻き径が芯金の径の 20 倍以下であっても、10 倍を超えると、巻線加工後の m 重巻回コイルの形状安定性は、多少、低くなる。

#### 【0048】

請求項 20 の発明にかかるガスセンサ用検知素子は、請求項 13 ～ 19 のいずれか一つに記載の発明において、前記ヒータコイルの n 重巻回コイルの巻き数は、1 以上 30 以下であることを特徴とする。

#### 【0049】

請求項 20 の発明によれば、燃焼部が重くならないので、ヒータコイルのリード部で検知素子を十分に支えることができる。n 重巻回コイルの巻き数が 30 を超えるヒータコイルを用いた場合には、燃焼部が重くなり、ヒータコイルのリード部で検知素子を安定して支えることができない。

#### 【0050】

請求項21の発明にかかるガスセンサ用検知素子は、請求項13～20のいずれか一つに記載の発明において、1以上の整数 $k$ に対して、前記ヒータコイルの $n$ 重巻回コイルにおける $k$ 巻き目の巻線部と $(k+1)$ 巻き目の巻線部との間の隙間の長さは、前記 $(n-1)$ 重巻回コイルよりなる素線の直径の0.5倍以上10倍以下であることを特徴とする。

#### 【0051】

請求項21の発明によれば、この検知素子を用いた接触燃焼式ガスセンサでは、十分に高速な応答特性が得られる。また、検知素子を作製する際に、 $n$ 重巻回コイルにおける $k$ 巻き目の巻線部と $(k+1)$ 巻き目の巻線部とが短絡するのを防ぐことができるとともに、ビード部のコイルの内側空間に熱伝導層を充填させて触媒層を形成することができる。それに対して、 $k$ 巻き目の巻線部と $(k+1)$ 巻き目の巻線部との間の隙間が素線の直径の0.5倍の長さよりも短いヒータコイルを用いた場合には、隣り合う巻線部同士が接触して短絡してしまうことがある。一方、当該隙間が素線の直径の10倍を超える場合には、巻線部間の隙間があきすぎているため、ビード部のコイルの内側空間に熱伝導層を十分に充填させることができず、従って触媒層を形成することができない。

#### 【0052】

請求項22の発明にかかるガスセンサ用検知素子は、請求項13～21のいずれか一つに記載の発明において、前記ヒータコイルは、白金の線材でできていることを特徴とする。請求項23の発明にかかるガスセンサ用検知素子は、請求項13～21のいずれか一つに記載の発明において、前記ヒータコイルは、白金をベースとする合金の線材でできていることを特徴とする。

#### 【0053】

請求項24の発明にかかるガスセンサ用検知素子は、接触燃焼式ガスセンサに用いられる検知素子であって、ガスの燃焼時に発生する燃焼熱により電気的な特性値が変化するビード部、および該ビード部の両端から伸びるリード部を有するヒータコイルと、前記ビード部を覆う熱伝導層と、前記熱伝導層の表面に付着された触媒層と、を備え、前記ヒータコイルのリード部がコイル状に巻かれていることを特徴とする。

#### 【0054】

請求項24の発明によれば、ヒータコイルのリード部がコイルばねと同様の構成になっているので、この検知素子を用いた接触燃焼式ガスセンサでは、外部から加わった衝撃がリード部のばね弾性により吸収される。従って、燃焼部に伝わる衝撃が小さくなるので、触媒層の欠落などが発生しにくくなり、接触燃焼式ガスセンサのゼロ点が衝撃により大きく変動するのを抑えることができる。

#### 【0055】

また、上述した課題を解決し、目的を達成するため、請求項25の発明にかかる接触燃焼式ガスセンサは、ガスの燃焼時に発生する燃焼熱により電気的な特性値が変化するビード部、および該ビード部の両端から伸びるリード部を有するヒータコイルと、前記ビード部を覆う熱伝導層と、前記熱伝導層の表面に付着された触媒層と、を備え、2以上の整数 $n$ に対して、前記ビード部が、コイル状に巻かれた $(n-1)$ 重巻回コイルよりなる素線をさらにコイル状に巻いた $n$ 重巻回コイルにより構成された検知素子と、前記検知素子に直列に接続された、前記ヒータコイルと同一構成のヒータコイルを備えた補償素子と、第1の抵抗素子と、前記第1の抵抗素子に直列に接続された第2の抵抗素子と、前記検知素子と前記補償素子との直列接続体、および前記第1の抵抗素子と前記第2の抵抗素子との直列接続体のそれぞれの両端に直流電圧を印加する電源と、を備え、前記検知素子、前記補償素子、前記第1の抵抗素子および前記第2の抵抗素子は、ホイートストンブリッジ回路を構成し、該ホイートストンブリッジ回路から、前記検知素子と前記補償素子との接続ノードと、前記第1の抵抗素子と前記第2の抵抗素子との接続ノードとの間の電圧が出力されることを特徴とする。

#### 【0056】

請求項 25 の発明によれば、検知素子の燃焼部の大きさが従来とほぼ同じであっても、燃焼部内に埋め込まれるビード部の有効長が、ビード部を従来の一重巻回コイルで構成した場合よりも長くなる。従って、ヒータコイルの抵抗が大きくなるので、ガス感度が高くなる。また、ヒータコイルがより多くの燃焼熱を受けて、効率よく抵抗変化を起こすので、応答速度が速くなる。さらに、燃焼部の大きさは従来とほぼ同じでよいので、燃焼部の重さも従来とほぼ同じになる。従って、リード部での検知素子の支持能力を犠牲にすることなく、ガス感度の向上や応答速度の高速化を図ることができる。

【0057】

請求項 26 の発明にかかる接触燃焼式ガスセンサは、請求項 25 に記載の発明において、前記ヒータコイルのリード部が、 $(n-1)$ 重巻回コイルにより構成されていることを特徴とする。

【0058】

請求項 26 の発明によれば、ヒータコイルのリード部がコイルばねと同様の構成になっているので、外部から加わった衝撃がリード部のばね弾性により吸収される。従って、検知素子の燃焼部に伝わる衝撃が小さくなるので、触媒層の欠落などが発生しにくくなり、ゼロ点が衝撃により大きく変動するのを抑えることができる。

【0059】

請求項 27 の発明にかかる接触燃焼式ガスセンサは、請求項 25 または 26 に記載の発明において、前記ヒータコイルの出発材料となる非コイル状の原線の線径は、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

【0060】

請求項 27 の発明によれば、ヒータコイルの原線の線径が $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上であるので、ビード部が多重巻回コイルよりなるヒータコイルを容易に作製することができる。従って、検知素子の作製が容易となり、接触燃焼式ガスセンサの作製が容易となる。また、ヒータコイルの原線の線径が $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下であるので、適当な大きさの検知素子を有する接触燃焼式ガスセンサが得られる。

【0061】

請求項 28 の発明にかかる接触燃焼式ガスセンサは、請求項 25 または 26 に記載の発明において、前記ヒータコイルの出発材料となる非コイル状の原線の線径は、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

【0062】

請求項 28 の発明によれば、接触燃焼式ガスセンサの制御回路を駆動する電源回路として、適当な電圧－電流値を有する電源回路を用いることができる。適当な電源回路を用いることは、接触燃焼式ガスセンサを動作させる際に、触媒層を適切な動作温度にすることができるので、重要である。

【0063】

請求項 29 の発明にかかる接触燃焼式ガスセンサは、請求項 25 または 26 に記載の発明において、前記ヒータコイルの出発材料となる非コイル状の原線の線径は、 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

【0064】

請求項 29 の発明によれば、検知素子の燃焼部の重量が $1\text{ mg}$ 程度になるので、ヒータコイルのリード部で検知素子を十分に支えることができる。また、このヒータコイルを用いた接触燃焼式ガスセンサでは、耐衝撃強度も向上する。さらに、燃焼部内にヒータコイルのビード部がより高密度に埋め込まれるので、ヒータコイルがより多くの燃焼熱を受けることができる。それによって、ヒータコイルの抵抗変化がより一層、効率よく起こる。従って、応答速度がさらに速くなる。また、ヒータコイルの抵抗がより一層、大きくなるので、電源電圧をより高くすることができる。従って、ガス感度がさらに高くなる。

【0065】

また、ヒータコイルの原線の線径が $20\text{ }\mu\text{m}$ よりも小さくなると、ヒータコイルを作製する際の歩留まりが低下するが、ヒータコイルの原線の線径が $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上であるので、



ヒータコイルを容易に作製することができる。従って、歩留まりよく接触燃焼式ガスセンサが得られる。つまり、歩留まりを低下させることなく、接触燃焼式ガスセンサを作製することができる、またガス感度および応答特性をさらに改善することができる。以上より、ガス感度および応答特性と、ヒータコイルの作製の容易さとの兼ね合いを考慮すると、ヒータコイルの原線の線径は、 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下であるのが最適である。

【0066】

請求項30の発明にかかる接触燃焼式ガスセンサは、請求項25～29のいずれか一つに記載の発明において、1以上 $n$ 以下の整数 $m$ に対して、前記ヒータコイルの $m$ 重巻回コイルの巻き径は、 $m$ 重巻回コイルを作製する際にコイル状に巻くために用いられる芯金の径の0.5倍以上20倍以下であることを特徴とする。

【0067】

請求項30の発明によれば、検知素子の燃焼部が重くならないので、ヒータコイルのリード部で検知素子を十分に支えることができる。それに対して、 $m$ 重巻回コイルの巻き径が芯金の径の20倍を超えるヒータコイルを用いた場合には、ビード部のコイルの内側空間に充填される熱伝導層の量が増え、燃焼部が重くなるため、リード部による検知素子の支持性能が低下し、耐衝撃性能が実用上許容される範囲よりも低下することがあるという不都合が生じる。

【0068】

請求項31の発明にかかる接触燃焼式ガスセンサは、請求項25～29のいずれか一つに記載の発明において、1以上 $n$ 以下の整数 $m$ に対して、前記ヒータコイルの $m$ 重巻回コイルの巻き径は、 $m$ 重巻回コイルを作製する際にコイル状に巻くために用いられる芯金の径の1倍以上10倍以下であることを特徴とする。

【0069】

請求項31の発明によれば、ヒータコイルを作製する際に、巻線加工後の $m$ 重巻回コイルの形状安定性がよいので、歩留まりよくヒータコイルが得られる。従って、歩留まりよく接触燃焼式ガスセンサが得られる。また、リード部による検知素子の支持性能が安定して得られる。なお、 $m$ 重巻回コイルの巻き径が芯金の径の20倍以下であっても、10倍を超えると、巻線加工後の $m$ 重巻回コイルの形状安定性は、多少、低くなる。

【0070】

請求項32の発明にかかる接触燃焼式ガスセンサは、請求項25～31のいずれか一つに記載の発明において、前記ヒータコイルの $n$ 重巻回コイルの巻き数は、1以上30以下であることを特徴とする。

【0071】

請求項32の発明によれば、検知素子の燃焼部が重くならないので、ヒータコイルのリード部で検知素子を十分に支えることができる。 $n$ 重巻回コイルの巻き数が30を超えるヒータコイルを用いた場合には、燃焼部が重くなり、ヒータコイルのリード部で検知素子を安定して支えることができない。

【0072】

請求項33の発明にかかる接触燃焼式ガスセンサは、請求項25～32のいずれか一つに記載の発明において、1以上の整数 $k$ に対して、前記ヒータコイルの $n$ 重巻回コイルにおける $k$ 巻き目の巻線部と $(k+1)$ 巻き目の巻線部との間の隙間の長さは、前記 $(n-1)$ 重巻回コイルよりなる素線の直径の0.5倍以上10倍以下であることを特徴とする。

【0073】

請求項33の発明によれば、十分に高速な応答特性が得られる。また、検知素子を作製する際に、 $n$ 重巻回コイルにおける $k$ 巻き目の巻線部と $(k+1)$ 巻き目の巻線部とが短絡するのを防ぐことができるとともに、ビード部のコイルの内側空間に熱伝導層を充填させて触媒層を形成することができる。それに対して、 $k$ 巻き目の巻線部と $(k+1)$ 巻き目の巻線部との間の隙間が素線の直径の0.5倍の長さよりも短いヒータコイルを用いた場合には、隣り合う巻線部同士が接触して短絡してしまうことがある。一方、当該隙間が



素線の直径の１０倍を超える場合には、巻線部間の隙間があきすぎているため、ビード部のコイルの内側空間に熱伝導層を十分に充填させることができず、従って触媒層を形成することができない。

#### 【００７４】

請求項３４の発明にかかる接触燃焼式ガスセンサは、請求項２５～３３のいずれか一つに記載の発明において、前記ヒータコイルは、白金の線材でできていることを特徴とする。請求項３５の発明にかかる接触燃焼式ガスセンサは、請求項２５～３２のいずれか一つに記載の発明において、前記ヒータコイルは、白金をベースとする合金の線材でできていることを特徴とする。

#### 【００７５】

請求項３６の発明にかかる接触燃焼式ガスセンサは、ガスの燃焼時に発生する燃焼熱により電気的な特性値が変化するビード部、および該ビード部の両端から伸びるリード部を有するヒータコイルと、前記ビード部を覆う熱伝導層と、前記熱伝導層の表面に付着された触媒層と、を備え、前記リード部がコイル状に巻かれた検知素子と、前記検知素子に直列に接続された、前記ヒータコイルと同一構成のヒータコイルを備えた補償素子と、第１の抵抗素子と、前記第１の抵抗素子に直列に接続された第２の抵抗素子と、前記検知素子と前記補償素子との直列接続体、および前記第１の抵抗素子と前記第２の抵抗素子との直列接続体のそれぞれの両端に直流電圧を印加する電源と、を備え、前記検知素子、前記補償素子、前記第１の抵抗素子および前記第２の抵抗素子は、ホイートストンブリッジ回路を構成し、該ホイートストンブリッジ回路から、前記検知素子と前記補償素子との接続ノードと、前記第１の抵抗素子と前記第２の抵抗素子との接続ノードとの間の電圧が出力されることを特徴とする。

#### 【００７６】

請求項３６の発明によれば、ヒータコイルのリード部がコイルばねと同様の構成になっているので、外部から加わった衝撃がリード部のばね弾性により吸収される。従って、検知素子の燃焼部に伝わる衝撃が小さくなるので、触媒層の欠落などが発生しにくくなり、ゼロ点が衝撃により大きく変動するのを抑えることができる。

#### 【発明の効果】

#### 【００７７】

本発明にかかるガスセンサ用ヒータコイル、ガスセンサ用検知素子および接触燃焼式ガスセンサによれば、ガス感度の高い接触燃焼式ガスセンサが得られる。また、応答速度の速い接触燃焼式ガスセンサが得られる。さらに、耐衝撃強度が高く、衝撃によるゼロ点変動の小さい接触燃焼式ガスセンサが得られる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【００７８】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかるガスセンサ用ヒータコイル、ガスセンサ用検知素子および接触燃焼式ガスセンサの好適な実施の形態を詳細に説明する。

#### 【００７９】

図１は、本発明の実施の形態にかかるヒータコイルの構成を示す正面図である。図１に示すように、本実施の形態では、ヒータコイル２２のビード部２４は、二重巻回コイルにより構成されている。ヒータコイル２２のリード部２５は、一重巻回コイルにより構成されている。このヒータコイル２２の作製にあたっては、まず、通常の非コイル状の線材よりなる原線を芯金に巻きつけて一重巻回コイルを作製する。そして、この一重巻回コイルを素線とし、この素線の一部を再び芯金に巻きつけて、ビード部２４となる部分に二重巻回コイルを作製することによって、ヒータコイル２２が完成する。

#### 【００８０】

なお、リード部２５を二重以上の巻回コイルにより構成し、ビード部２４を三重以上の巻回コイルにより構成してもよい。例えば、リード部２５およびビード部２４をそれぞれ二重巻回コイルおよび三重巻回コイルとする場合には、まず、一重巻回コイルを作製し、この一重巻回コイルを素線（一次素線）として二重巻回コイルを作製し、さらに、この二

重巻回コイルを新たな素線（二次素線）として、その一部を芯金に巻きつけて、ビード部 24 となる部分に三重巻回コイルを作製すればよい。リード部 25 およびビード部 24 のコイルの多重数をさらに増やす場合には、素線を芯金に巻きつける巻線加工の繰り返し回数を増やせばよい。

#### 【0081】

図 2 は、本発明の実施の形態にかかる検知素子の構成を示す断面図である。図 2 に示すように、検知素子 2 は、ヒータコイル 22 のビード部 24 を熱伝導層 21 により被い、熱伝導層 21 の表面に触媒層 23 を付着させた構成となっている。検知素子 2 は、上述した構成のヒータコイル 22 を用いて、従来同様の方法により作製される。熱伝導層 21 は、例えばアルミナ（酸化アルミニウム）により構成されている。触媒層 23 は、検知対象の可燃性ガスに応じた酸化金属よりなる燃焼触媒により構成されている。触媒層 23 は、ヒータコイル 22 の両端に電圧が印加されることによって、検知対象の可燃性ガスに応じた温度に加熱される。

#### 【0082】

ここで、検知対象ガスとして、例えば、メタンガス、水素ガス、LP ガス（液化石油ガス）、プロパンガス、ブタンガス、エチレンガス、一酸化炭素ガス、またはエタノールやアセトン等の有機成分ガスが挙げられる。そして、例えば、検知対象ガスがメタンガスである場合には、触媒層 23 は約 450℃ に加熱される。

#### 【0083】

図 3 は、本発明の実施の形態にかかる接触燃焼式ガスセンサのセンサ本体の構成を示す部分断面図である。図 3 に示すように、センサ本体 3 は、セラミックスや樹脂でできた板状のマウントベース 31 を貫通する外部接続用の電極ピン 32、33 を有し、この電極ピン 32、33 に検知素子 2 の両端のリード部 25 を固定した構成となっている。また、図 3 には現れていないが、検知素子 2 に並んで、検知素子 2 のヒータコイル 22 と同一構成のヒータコイルを備えた補償素子が設けられている。この補償素子および検知素子 2 は、マウントベース 31 と、ガス透過性を有する金網または金属紛の焼結体よりなる防爆構造体 34 により囲まれている。

#### 【0084】

図 4 は、本発明の実施の形態にかかる接触燃焼式ガスセンサの制御回路の構成を示す回路図である。図 4 に示すように、接触燃焼式ガスセンサ 5 の制御回路は、検知素子 2、検知素子 2 に直列に接続された補償素子 4、第 1 の抵抗素子 51、第 1 の抵抗素子 51 に直列に接続された第 2 の抵抗素子 52、および電源（電源回路）53 を有する。これら検知素子 2、補償素子 4、第 1 および第 2 の抵抗素子 51、52 は、ホイートストンブリッジ回路を構成している。

#### 【0085】

電源 53 は、検知素子 2 と補償素子 4 との直列接続体、および第 1 の抵抗素子 51 と第 2 の抵抗素子 52 との直列接続体のそれぞれの両端に、直流電圧を印加する。そして、このホイートストンブリッジ回路からは、検知素子 2 と補償素子 4 との接続ノード（図 4 に A で示す）と、第 1 の抵抗素子 51 と前記第 2 の抵抗素子 52 との接続ノード（図 4 に B で示す）との間の電圧が出力される。検知素子 2、補償素子 4、第 1 の抵抗素子 51 および第 2 の抵抗素子 52 のそれぞれの通電抵抗値を  $R_D$ 、 $R_C$ 、 $R_1$  および  $R_2$  とすると、 $[R_C \times R_1 = R_D \times R_2]$  のときに、ホイートストンブリッジ回路の出力電圧  $V_{out}$  はゼロボルトとなる。

#### 【0086】

電源 53 により、検知素子 2 のヒータコイル 22 および補償素子 4 のヒータコイルに定格電圧を印加すると、検知素子 2 および補償素子 4 にその動作温度が生成され、環境との平衡温度により得られた通電抵抗値に依存した出力電圧  $V_{out}$  が得られる。そして、検知対象ガスを検知した場合には、検知素子 2 の通電抵抗値  $R_D$  のみが上昇するので、出力電圧  $V_{out}$  は、ガス感度に応じた分だけ＋（プラス）側に上昇する。

#### 【0087】

ここで、検知対象ガスを高効率で接触燃焼させるための触媒動作温度は、そのガス種に基づいて選択される。より高い抵抗値を有するヒータコイルを用いた場合、所望の触媒動作温度を得るには、より高い電源電圧が必要となる。ブリッジ回路の性質上、電源電圧と出力電圧  $V_{out}$  とは比例関係にあるので、より高い抵抗値を有するヒータコイルを用いた場合のガス感度は、より高い値となる。つまり、上述した構成のヒータコイル 22 は、後述するように従来のものよりも抵抗値が高いので、このヒータコイル 22 を用いることによって、高いガス感度が得られることになる。

#### 【0088】

次に、ヒータコイル 22 の具体的な特徴について説明する。ヒータコイル 22 を構成する原線としては、例えば、白金線、白金－ロジウム合金等の白金をベースとした合金線、または鉄－パラジウム合金線を用いることができる。原線の線径は、 $1\ \mu\text{m}$  以上  $100\ \mu\text{m}$  以下である。その理由は、原線の線径が  $1\ \mu\text{m}$  未満では細すぎるため、リード部 24 を構成する二重巻回コイルの作製が困難であり、一方、原線の線径が  $100\ \mu\text{m}$  を超えると、検知素子 2 の燃焼部が大きくなりすぎるからである。

#### 【0089】

また、原線の線径は、好ましくは  $10\ \mu\text{m}$  以上  $50\ \mu\text{m}$  以下であるとよい。その理由は、適当な電圧－電流値を有する電源 53 を用いることができ、それによって、接触燃焼式ガスセンサ 5 の動作時に、触媒層 23 を適切な動作温度にすることができるからである。例えば、原線の線径が  $50\ \mu\text{m}$  である場合には、電圧－電流値が  $0.75\text{V} - 400\text{mA}$  の電源を用いることができる。また、原線の線径が  $10\ \mu\text{m}$  である場合には、電圧－電流値が  $12\text{V} - 25\text{mA}$  の電源を用いることができる。

#### 【0090】

さらに、原線の線径は、より好ましくは  $20\ \mu\text{m}$  以上  $30\ \mu\text{m}$  以下であるとよい。その理由は、第 1 に、リード部 24 の占有体積が小さくなり、検知素子 2 の燃焼部の重量が  $1\text{mg}$  程度になるので、ヒータコイル 22 のリード部 25 で検知素子 2 を十分に支えることができるからである。第 2 に、接触燃焼式ガスセンサ 5 の耐衝撃強度が向上するからである。第 3 に、検知素子 2 の燃焼部内にヒータコイル 22 のリード部 24 をより高密度に埋め込むことができるので、ヒータコイル 22 の、燃焼熱を受ける能力が高くなり、燃焼時のヒータコイル 22 の抵抗変化がより一層、効率よく起こり、接触燃焼式ガスセンサ 5 の応答速度が速くなるからである。第 4 に、細線化によってヒータコイル 22 の抵抗が大きくなり、それによって上述したように電源電圧をより高くすることができるので、接触燃焼式ガスセンサ 5 のガス感度が高くなるからである。第 5 に、原線の線径が  $20\ \mu\text{m}$  よりも小さくなると、ヒータコイル 22 を作製する際の歩留まりが低下するからである。

#### 【0091】

表 1 に、ヒータコイル 22 の原線の線径と、検知素子 2 の燃焼部の重量、接触燃焼式ガスセンサ 5 のガス感度、および接触燃焼式ガスセンサ 5 の応答時間との関係をまとめて示す。表 1 においては、各線径範囲の相対重量 (a. u.)、相対ガス感度 (a. u.) および相対応答時間 (a. u.) は、いずれも、線径が  $30\ \mu\text{m}$  である白金線を原線としたヒータコイルを用いた場合の燃焼部の重量 ( $1\text{mg}$ )、ガス感度 ( $40\text{mV}$ ) および応答時間 (5 秒) に対する相対値である。リード部 24 およびリード部 25 は、それぞれ二重巻回コイルおよび一重巻回コイルとする。なお、ガス感度は、水素ガス  $4000\text{ppm}$  に対する感度であり、応答時間は、水素ガス  $4000\text{ppm}$  時の出力安定値の 90% 以上に到達する所要時間である。

#### 【0092】

表 1

線径範囲 ( $\mu\text{m}$ )	1～20	20～30	30～50	50～100	例.30 $\mu\text{m}$
相対重量 (a.u.)	0.01～0.5	0.5～1.0	1.0～1.5	1.5～2.5	1mg
相対ガス感度 (a.u.)	10～2.5	2.5～1.0	1.0～0.4	0.4～0.1	40mV
相対応答時間 (a.u.)	0.5～1	0.5～1	1～2	2～3	5sec

## 【0093】

一重巻回コイルの巻き径は、原線をコイル状に巻くために用いられる芯金の径の0.5倍以上20倍以下である。同様に、二重巻回コイルの巻き径は、一重巻回コイル（素線）をさらにコイル状に巻くために用いられる芯金の径の0.5倍以上20倍以下である。三重以上の巻回コイルの場合も同様である。その理由は、検知素子2の燃焼部が重くならないので、ヒータコイル22のリード部25で検知素子2を十分に支えることができるからである。巻き径が20倍を超えると、ビード部24のコイルの内側空間に充填される熱伝導層21の量が増えて、燃焼部が重くなるため、リード部25による検知素子2の支持性能が低下し、接触燃焼式ガスセンサ5の耐衝撃性能が実用上許容される範囲よりも低くなることがある。

## 【0094】

また、一重巻回コイルの巻き径は、好ましくは、原線をコイル状に巻くために用いられる芯金の径の1倍以上10倍以下であるとよい。同様に、二重巻回コイルの巻き径は、好ましくは、一重巻回コイル（素線）をさらにコイル状に巻くために用いられる芯金の径の1倍以上10倍以下であるとよい。三重以上の巻回コイルの場合も同様である。その理由は、巻線加工後のコイルの形状安定性がよいので、ヒータコイル22が歩留まりよく得られることと、リード部25による検知素子2の支持性能が安定して得られるからである。なお、巻き径が20倍以下であっても、10倍を超えると、巻線加工後のコイルの形状安定性は、多少、低くなる。

## 【0095】

最終螺旋体である二重巻回コイルの巻き数は、1以上30以下である。最終螺旋体が三重以上の巻回コイルである場合も同様である。その理由は、検知素子2の燃焼部が重くならないので、ヒータコイル22のリード部25で検知素子2を十分に支えることができるからである。巻き数が30を超えると、燃焼部が重くなり、ヒータコイル22のリード部25で検知素子2を安定して支えることができない。

## 【0096】

最終螺旋体である二重巻回コイルにおいて、ある巻線部26と、この巻線部26の隣りの巻線部27（図1参照）との間の隙間の長さ、すなわち素線である一重巻回コイルの素線間隙間距離は、素線の直径の0.5倍以上10倍以下である。最終螺旋体が三重以上の巻回コイルである場合も同様である。その理由は、第1に、十分に高速な応答特性が得られるからである。第2に、検知素子2を作製する際に、隣り合う巻線部26、27が短絡するのを防ぐことができるからである。第3に、ビード部24のコイルの内側空間に熱伝導層21を充填させて触媒層23を形成することができるからである。ここで、巻線部26とその隣りの巻線部27との間の隙間の長さ（素線間隙間距離）とは、一般に螺旋体に

においてピッチと呼ばれる線間距離から、巻線部 2 6 および巻線部 2 7 のそれぞれの太さの半分を除いた距離である。

【 0 0 9 7 】

表 2 に、ヒータコイル 2 2 の素線間隙間距離と接触燃焼式ガスセンサ 5 の応答時間との関係を示す。表 2 においては、素線間隙間距離を素線の径に対する倍率で表している。また、各素線間隙間距離範囲の相対応答時間（a. u.）は、素線間隙間距離が素線の径に等しいヒータコイルを用いた場合の応答時間に対する相対値である。ビード部 2 4 およびリード部 2 5 は、それぞれ二重巻回コイルおよび一重巻回コイルとする。

【 0 0 9 8 】

【表 2】

表 2

素線間隙間距離 (*)	0.5～1	1～2.5	1.25～2	2～10
相対応答時間 (a.u.)	0.5～1	1～1.5	1.6～2	2～10

(\*)素線径に対する倍率

【 0 0 9 9 】

次に、図 1 に示す構成のヒータコイル 2 2 を用いた接触燃焼式ガスセンサ 5（実施例とする）と、図 6 に示す構成のヒータコイル 1 2 を用いた接触燃焼式ガスセンサ（従来例とする）とで、ガスセンサとしての性能を比較した結果について説明する。この性能比較においては、実施例および従来例で、同一組成の燃焼触媒等を用いた。また、燃焼触媒の動作温度も同じにした。実施例の 5 個のサンプルについて、検知素子 2 の燃焼部内に埋め込まれるビード部 2 4 の有効長（図 2 参照）の平均値は、7 5 mm であった。また、従来例の 5 個のサンプルについて、検知素子 1 の燃焼部内に埋め込まれるビード部 1 4 の有効長（図 5 参照）の平均値は、1 5 mm であった。その他の条件等は、全て同じであった。

【 0 1 0 0 】

表 3 に、ガス感度の比較結果を示す。ここでは、ガス中での出力電圧値から空気中での出力電圧値を減算した値をガス感度とし、水素ガス 4 0 0 0 p p m に対する感度の比較と、メタンガス 4 0 0 0 p p m に対する感度の比較の二つを行った。実施例のサンプルのガス感度は、従来例のサンプルのガス感度のおおよそ 3 倍であった。

【 0 1 0 1 】

【表 3】

表 3

(単位:mV)

No.	H <sub>2</sub> (4000ppm)		CH <sub>4</sub> (4000ppm)	
	実施例	従来例	実施例	従来例
1	90	31	58	19
2	89	33	51	20
3	85	32	58	20
4	97	31	56	18
5	102	29	51	16

## 【0102】

表 4 に、応答速度の比較結果を示す。ここでは、水素ガス 1 8 0 0 p p m 時の出力安定値の 9 0 % 以上に到達する所要時間を応答時間として、表 4 に示した。実施例のサンプルの応答時間は、従来例のサンプルの応答時間のおおよそ半分であった。つまり、実施例のサンプルの応答速度は、従来例のサンプルの応答速度のおおよそ 2 倍であった。

## 【0103】

【表 4】

表 4

(単位:秒)

No.	実施例	従来例
1	2	5
2	3	6
3	2	5
4	2	5
5	3	6

## 【0104】

表 5 に、落下衝撃後に発生するゼロ点変動（水素濃度換算値）の比較結果を示す。ここでは、実施例および従来例の各接触燃焼式ガスセンサを、1 m の高さから、3 0 m m の厚さの杉板上に自由落下させた。落下衝撃後のゼロ点変動は、水素濃度換算値で、実施例では 2 0 0 0 p p m 以下であったのに対して、従来例では 2 0 0 0 p p m を超えていた。

## 【0105】

表 5

実施例	2000ppm以下
従来例	2000ppm超

## 【0106】

以上説明したように、実施の形態によれば、検知素子2の燃焼部の大きさが従来とほぼ同じであっても、ヒータコイル22の、燃焼部内に埋め込まれるビード部24の有効長が、ビード部24を従来の一重巻回コイルで構成した場合よりも長くなる。従って、ヒータコイル22の抵抗が大きくなるので、接触燃焼式ガスセンサ5のガス感度が高くなり、S/N比が改善される。

## 【0107】

また、ヒータコイル22がより多くの燃焼熱を受けて、効率よく抵抗変化を起こすので、接触燃焼式ガスセンサ5の応答速度が速くなる。さらに、燃焼部の大きさは従来とほぼ同じでよいので、燃焼部の重さも従来とほぼ同じになる。従って、ヒータコイル22のリード部25での検知素子2の支持能力を犠牲にすることなく、接触燃焼式ガスセンサ5のガス感度の向上や応答速度の高速化を図ることができる。

## 【0108】

また、ヒータコイル22の原線の細線化により、ヒータコイル22の抵抗が大きくなるので、消費電流の低減化を図ることができる。また、リード部25がコイルばねと同様の構成になっているので、外部から加わった衝撃がリード部25のばね弾性により吸収される。従って、検知素子2の燃焼部に伝わる衝撃が小さくなるので、触媒層23の欠落などが発生しにくくなり、ゼロ点が衝撃により大きく変動するのを抑えることができる。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0109】

以上のように、本発明にかかるガスセンサ用ヒータコイル、ガスセンサ用検知素子および接触燃焼式ガスセンサは、家庭用または産業用のガス漏れ検知装置に有用であり、特に、燃料電池に用いられる可燃性ガスを検知する装置に適している。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0110】

【図1】本発明の実施の形態にかかるヒータコイルの構成を示す正面図である。

【図2】本発明の実施の形態にかかる検知素子の構成を示す断面図である。

【図3】本発明の実施の形態にかかる接触燃焼式ガスセンサのセンサ本体の構成を示す部分断面図である。

【図4】本発明の実施の形態にかかる接触燃焼式ガスセンサの制御回路の構成を示す回路図である。

【図5】従来の検知素子の構成を示す断面図である。

【図6】従来のヒータコイルの構成を示す正面図である。

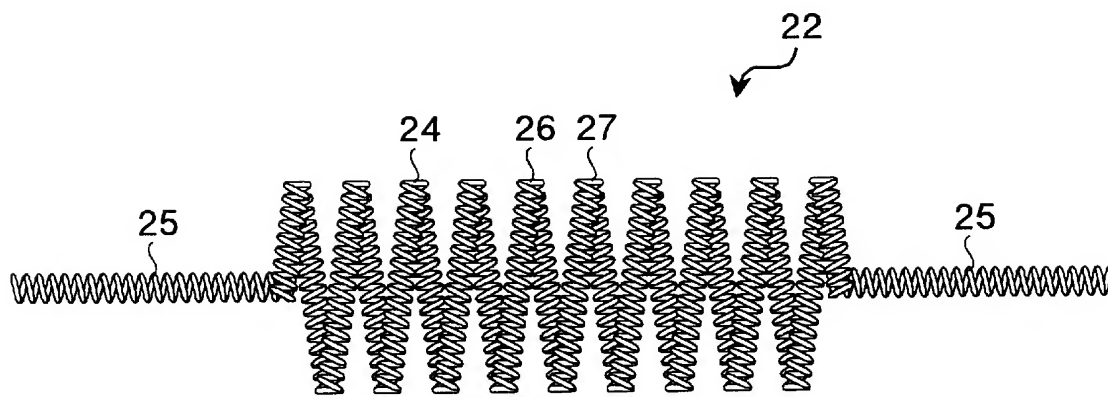
## 【符号の説明】

## 【0111】

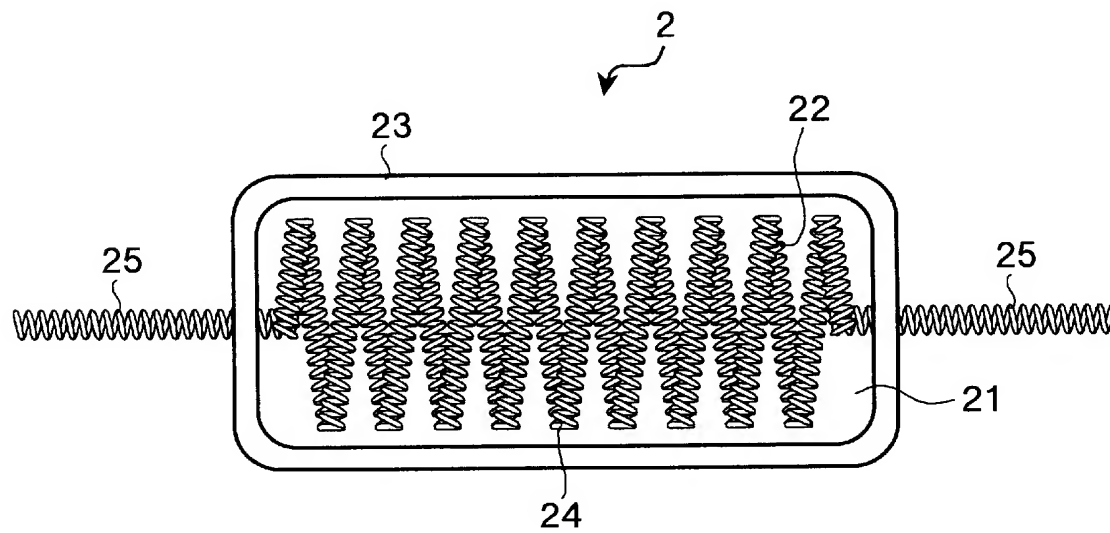
- 2 検知素子
- 4 補償素子
- 5 接触燃焼式ガスセンサ
- 21 熱伝導層
- 22 ヒータコイル
- 23 触媒層

- 2 4    ビード部
- 2 5    リード部
- 2 6 , 2 7    巻線部
- 5 1    第 1 の抵抗素子
- 5 2    第 2 の抵抗素子
- 5 3    電源

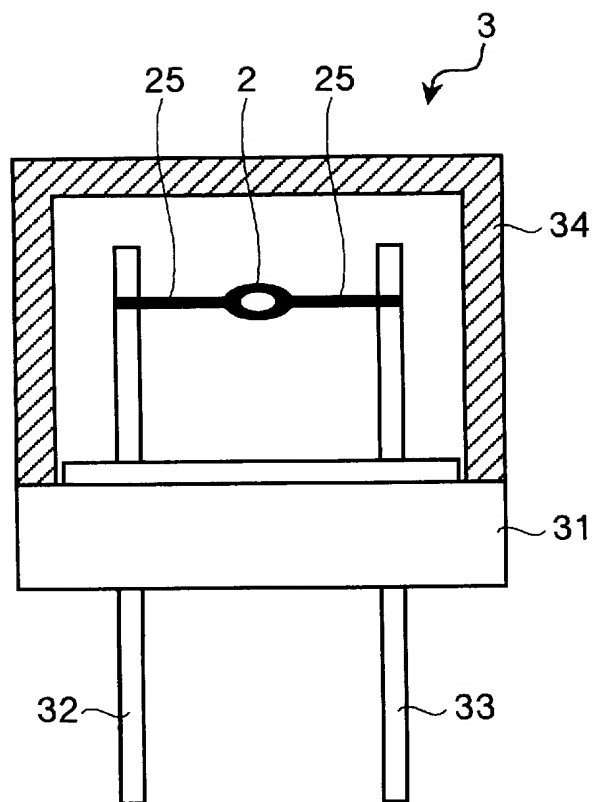




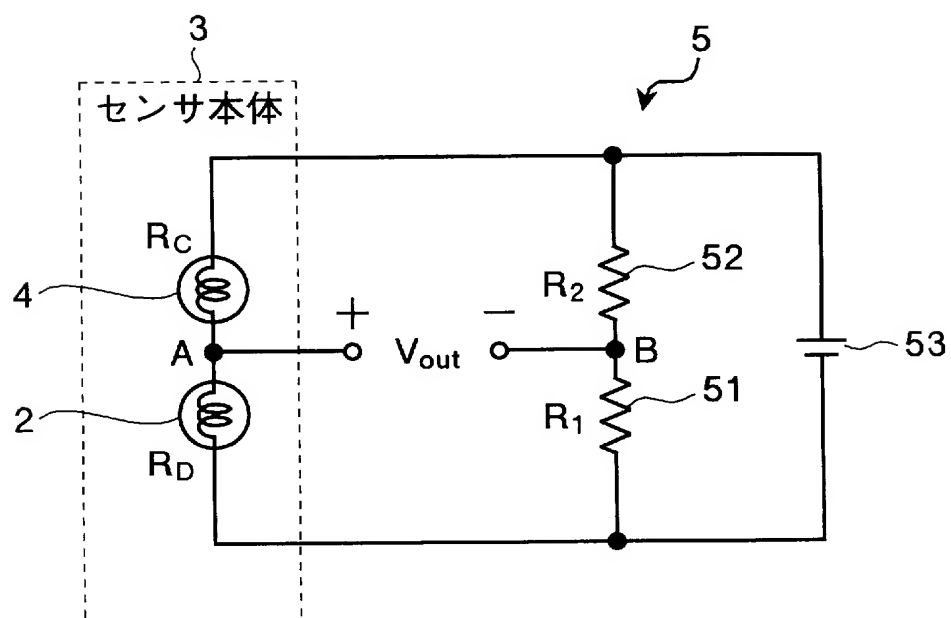
【図 2】



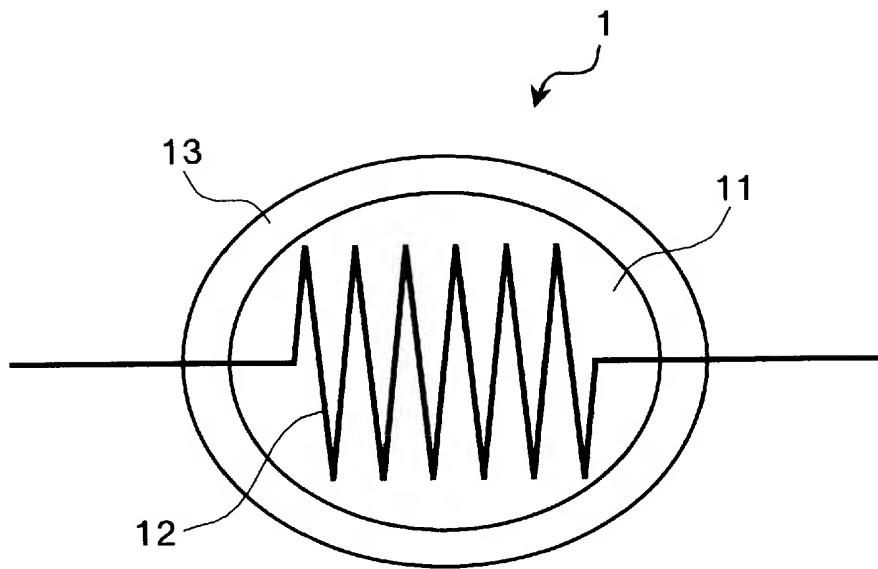
【図 3】



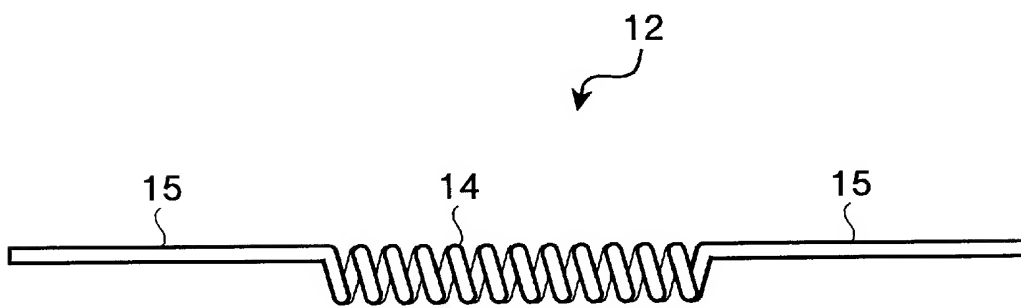
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 接触燃焼式ガスセンサのガス感度の向上を図り、また、応答速度の向上を図ること。また、耐衝撃強度の向上により、ゼロ点変動の小さい接触燃焼式ガスセンサを得ること。

【解決手段】 接触燃焼式ガスセンサに用いられるヒータコイル 2 2 のリード部 2 5 を、コイル状に巻かれた一重巻回コイルにより構成し、ビード部 2 4 を、一重巻回コイルをさらにコイル状に巻いた二重巻回コイルにより構成する。そして、ビード部 2 4 を熱伝導層 2 1 中に埋め込み、熱伝導層 2 1 の表面に触媒層 2 3 を付着させて、検知素子 2 とする。

【選択図】 図 2

## 出願人履歴

0 0 0 0 0 1 9 6 0

20010301

住所変更

5 0 2 3 4 2 2 4 4

東京都西東京市田無町六丁目1番12号

シチズン時計株式会社